

corr. EP / 119046

corr. USSN 09/488,810

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-244268

(P2001-244268A)

(43)公開日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/3205		H01L 21/60	301 P
21/60	301	21/88	T
			R
		21/92	602 H
			603 D
審査請求 未請求 請求項の数22 OL (全9頁)			

(21)出願番号 特願2001-11600(P2001-11600)

(22)出願日 平成13年1月19日(2001.1.19)

(31)優先権主張番号 09/488810

(32)優先日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド

Lucent Technologies  
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Je  
rsey 07974-0636 U. S. A.

(74)代理人 100064447

弁理士 岡部 正夫 (外12名)

最終頁に続く

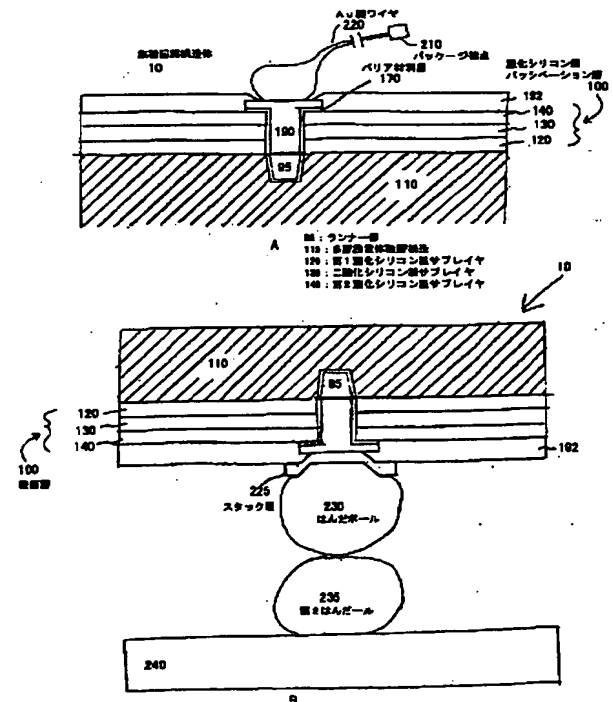
(54)【発明の名称】集積回路

(57)【要約】

【課題】 本発明は、集積回路でCu製の相互接続ワイヤリングでもって外部との接続を行う腐食を制御したチップ接続 (Controlled Collapse Chip Connection: C4) とワイヤボンディングの利用が可能となる構造体および方法を提供する。

【解決手段】 (A) 電氣的接続用の接点領域を有する集積回路上の導体セグメントと、(B) ボンドパッドと、

(C) 接点領域とボンドパッドとの間に配置された導電性バリア層とを有し、導体セグメントの成分が接点領域からボンドパッドに移動するのを阻止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (A) 電氣的接続用の接点領域を有する集積回路上の導体セグメントと、

(B) ボンドパッドと、

(C) 前記接点領域とボンドパッドとの間に配置された導電性バリア層と、を有し、前記導体セグメントの成分が接点領域からボンドパッドに移動するのを阻止することを特徴とする集積回路。

【請求項 2】 前記導電体セグメントは Cu を含有することを特徴とする請求項 1 記載の集積回路。

【請求項 3】 前記ボンドパッドは Al を含有することを特徴とする請求項 1 記載の集積回路。

【請求項 4】 (A) 主成分として Cu を含有し、異なる材料との電氣的接続を行う接点領域を有する、集積回路ダイの上に形成された導電体の第 1 セグメントと、

(B) 前記接点領域から Cu 原子が他の導体材料に移動するのを阻止するために、前記接点領域の周囲に形成された導電性バリア層と、

(C) 前記導電性バリア層が、接点領域とボンドパッドの間に配置されるよう、前記バリア層の周囲に形成された Al 製ボンドパッドと、を有することを特徴とする集積回路。

【請求項 5】 (D) 主成分として Au を含有し、電氣的接続を行うために、導電層に機械的に接続されたボンドワイヤをさらに有することを特徴とする請求項 4 記載の集積回路。

【請求項 6】 前記バリア層は、TaN、TiN、Ta からなるグループから選択された、1 つあるいは複数の材料を含むことを特徴とする請求項 4 記載の集積回路。

【請求項 7】 前記 (B) バリア層は、耐火金属を含有することを特徴とする請求項 4 記載の集積回路。

【請求項 8】 前記 (B) バリア層は、耐火金属化合物を含有することを特徴とする請求項 4 記載の集積回路。

【請求項 9】 前記導体の第 1 セグメントは、食刻構造体内に形成され、

前記食刻構造体は、上部表面と、前記誘電体材料層内から上部表面を通してのびるトレンチ領域を有する第 1 誘電体材料を含み、

前記接点領域とバリア層とボンドパッドは、トレンチ領域内に形成されることを特徴とする請求項 4 記載の集積回路。

【請求項 10】 前記導体の第 1 セグメントは、集積回路構造体上の相互接続レベル内の複数の導電性部材の 1 つであることを特徴とする請求項 4 記載の集積回路。

【請求項 11】 前記第 1 セグメントは、前記 1 つの導電性部材のランナー部分であることを特徴とする請求項 10 記載の集積回路。

【請求項 12】 基板と接触するはんだバンプ相互接続構造をさらに有することを特徴とする請求項 4 記載の集積回路。

【請求項 13】 (A) 電氣的接続用の接点領域を有する集積回路上の導体セグメントを形成するステップと、

(B) 前記第 1 セグメントと電氣的に接続するボンドパッドを形成するステップと、

(C) 前記接点領域とボンドパッドとの間に配置された導電性バリア層を形成するステップと、を有し、前記導体セグメントの成分が接点領域からボンドパッドに移動するのを阻止することを特徴とする集積回路の製造方法。

10 【請求項 14】 外部接点を用意するステップと、前記外部接点とボンドパッドとの間に導電層を配置するステップと、をさらに有することを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】 ダイ上に形成された相互接続構造と、前記ダイから分離した位置にある外部接点とを有する集積回路デバイスを製造する方法において、

(A) 前記ダイ上に、前記相互接続構造の一部と電氣的に接続する、銅を含有する導電体の第 1 セグメントを形成するステップと、

20 (B) 銅が前記第 1 セグメントから移動するのを阻止するために、前記第 1 セグメントの少なくとも一部に周囲の導電性バリア層を形成するステップと、

(C) 前記導電性バリア層と電氣的に接続する Al を含有する接点層を形成するステップと、

(D) 前記接点層と外部接点との間に、電氣的接続を行うために、Au を含有する導電層を配置するステップと、を有することを特徴とする集積回路の製造方法。

【請求項 16】 集積回路ダイ内の銅を含有する相互接続構造と外部接点との間に接続を有する集積回路デバイスの製造方法において、

(A) 前記相互接続構造と電氣的接触を行うよう導電バリア層を形成するステップと、

(B) 前記導電性バリア層と電氣的に接触する Al を含有する接点層を形成するステップと、

(C) 前記接点層と外部電極との間の電氣的接続を行うために導電材料を配置するステップと、を有することを特徴とする集積回路デバイスの製造方法。

【請求項 17】 前記接点層はボンドパッドであり、導電性材料はボンドワイヤであることを特徴とする請求項 16 記載の方法。

【請求項 18】 前記導電性材料は、1 つあるいは複数のはんだボールから形成されることを特徴とする請求項 16 記載の方法。

【請求項 19】 前記導電性材料は、主に Au を含有することを特徴とする請求項 16 記載の方法。

【請求項 20】 前記導電性バリア層と接触する相互接続構造の一部は、電気メッキされた銅を含むことを特徴とする請求項 16 記載の方法。

【請求項 21】 集積回路構造体内の銅を含有する相互接続構造と外部接点との間に接続を有する集積回路デバ

イスの製造方法において、

(A) 第1上部レベルの上に形成された第1窒化シリコン層と、前記第1窒化シリコン層の上に形成された第1に酸化シリコン層と、前記第1二酸化シリコン層の上に形成された第2窒化シリコン層と、前記第2窒化シリコン層の上に形成された第2二酸化シリコン層と、を有する誘電体積層構造上に二重食刻構造体を形成するステップと、

(B) 前記第2二酸化シリコン層から第1窒化シリコン層にかけて、第1貫通孔をエッチングするステップと、 10

(C) 前記第2二酸化シリコン層から、そして第1に酸化シリコン層の方に向けてのびるトレンチ領域をエッチングするステップと、

(D) 前記第1上部レベルの一部を露出するために、貫通孔内にのびる第1窒化シリコン層の一部を除去するステップと、

(E) 前記第2二酸化シリコン層の上部表面に沿って、トレンチ領域の下部領域を規定するために、第2窒化シリコン層の一部を除去するステップと、

(F) 前記貫通孔の一部とトレンチ領域の上に、導電性バリア材料層を形成するステップと、 20

(G) 前記貫通孔内にCuを含有する導電層を形成するステップと、

(H) 前記導電層の上とトレンチ領域の一部の上に、第2導電性バリア材料層を形成するステップと、

(I) 前記第2導電性バリア材料層の上にAl層を形成するステップと、

(J) Alボンダッドを規定するために、前記第2二酸化シリコン層の上にのびるAl層の一部を除去するステップと、を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。 30

【請求項22】 (K) Auを含有するボンドワイヤで、前記Alボンダッドを外部接点に接続するステップをさらに有することを特徴とする請求項21記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は集積回路に関し、特に、集積回路上の銅製の相互接続構造体を外部の導電性接点に接合する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】マルチレベルの相互接続構造の密度が高くなり複雑さが増すと、相互接続構造の性能の要件は、集積化に向かう際の最も過酷なものである。相互接続回路上で伝搬する信号の速度は、ラインの抵抗と容量に逆比例する。かくして特徴物のサイズとスペースが小さくなるにつれて集積回路の速度は、切替デバイスの特性には依存せずに、相互接続構造の電気的特性により依存するようになる。従来Al合金が、集積回路の金属化構造を形成する際に、幅広く受け入れられてはいるが、抵抗率 50

の低い(2ミクロンオーhm以下)Cuのような材料を開発する必要性が高まっている。

【0003】低抵抗材料、例えば銅は電流密度を増加させ、RC時間遅延を低減する利点はあるが、プロセスの集積化の問題および製造コストの増加が、相互接続構造用のこれらの材料の使用を妨げている。例えばCuはシリコンと従来の誘電体材料の両方で急速に拡散し、これがトランジスタのしきい値電圧のシフトと接合リークにつながる。Cu製のラインは、Al製のラインほど容易にはパターン化することができず、低抵抗の相互接続構造を形成するためには、複合食刻プロセスおよび二重食刻プロセスの使用が必要となる。Cuは簡単に腐食し、そしてその酸化物は自己不動態化するものではない。従来、酸化物層は厚さが数nmであったために、信頼できる金属結合を形成するために酸化物を除去することは困難である。これに対しアルミ酸化物層は、自己不動態化して相互接続ラインを形成する際には0.2nm以下の厚さである。さらに複雑になるにつれて、Cuは、他の相互接続金属、例えばAlとは、上手く集積化(一体化)することができない。すなわちAl-Cuインタフェースにおける相互拡散は、化合物を形成し、これにより異なる金属間での安定した機械的結合が不可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の問題点を解決するために、様々な解決法が提案され、そして実行されてはいるが、それらはコストが高くなり、すでに大型の設備投資をしてしまっている産業界において、それら以外のことににおいては適合可能な装置を置き換える必要がある。具体的に説明するとCuの特性では、Cu製の金属化層とパッケージあるいは基板の接点との間に低抵抗の接続を提供するために、従来のワイヤボンディング技術をさらに開発することが困難となる。従来の接合技術の単純さ、および経済性を維持しながらCuの難しい特性を受け入れることのできるパッケージ相互接続構造を製造することが望まれている。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、集積回路でCu製の相互接続ワイヤリングでもって外部との接続を行う腐食を制御したチップ接続(Controlled Collapse Chip Connection: C4)とワイヤボンディングの利用が可能となる構造体および方法を提供する。本発明によれば、集積回路は、集積回路上の導体のセグメントとボンディングパッドとを有する。導体のセグメントは、電気接続用の接点領域を有する。導電性バリア層が接点領域とボンディングパッドとの間に配置され、接点領域からボンディングパッドへの導体セグメントの構成成分がマイグレーション(移行)するのを阻止する。集積回路デバイスを製造する本発明の方法によれば、導電体の第1セグメントが形成され、ボンディングパッドがこの第1

セグメントと電氣的接続を行うように形成される。導電性バリア層が第1セグメントとボンディングパッドとの間に配置されて、第1セグメントからボンディングパッドに導電性材料が移動するのを阻止する。

【0006】本発明の一実施例によれば、集積回路を構成する構造体は、主にCuを含む導電体の第1セグメントを有する。この導電体のセグメントは、集積回路構造体上に形成され、電氣的接続を行う接点領域を有する。導電性バリア層が、接点領域の周辺に形成され、接点領域から他の導電性材料にCu原子が移行するのを阻止する。導電性接点層が接点領域と接点層の間にバリア層が配置されるように、バリア層の周辺に形成される。この構造体においては主にAlを含むボンディングワイヤは、バリア層を介してボンディングパッドに電氣的接続を行うために導電層に機械的に接続される。本発明の一実施例によれば、導電性接点層は、Alボンディングパッドであり、バリア層は耐火金属、あるいは耐火金属の化合物である。

【0007】本発明の一実施例によれば、集積回路内の銅を含有する相互接続構造と外部接点との間の接続を形成するプロセスが得られる。本発明の方法は、相互接続構造と電氣的接続をするように導電性バリア層を形成するステップと、このバリア層と電氣的接続を形成するように導電性接点層を形成するステップとを含む。本発明の一実施例においては、導電性接点層はAlを主として含有する。Alを主として含有する導電性材料が、導電性接点層と外部接点との間の電氣的接続を行うために配置される。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明は、4層以上の相互接続構造を有する。例えば相互接続構造を有する複合半導体構造体、例えばマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、いわゆるチップ上のシステムに特に有効である。このようなデバイスは、ULSIプロセスで製造する場合には、 $0.2\mu\text{m}$ 以下の寸法を有し、Cuの金属化系で得られる、抵抗率が低いことを必要とするような電氣的性能および回路密度を有する。

【0009】図1には、最終製造段階における、部分的に完成した集積回路構造体10の断面図を示す。Cu製の相互接続の複数の上部レベルが、例えばその上にトランジスタスイッチデバイス等を有する半導体基板（図示せず）の上に形成される。相互接続レベルの一部、あるいはすべては、食刻製造プロセス、あるいはCu製の二重食刻製造プロセスでもって形成される。Cu製のラインは、電氣メッキにより形成してもよい。具体的に説明すると、相互接続レベル40、50、60、70はそれぞれ誘電体材料堆積層75内に形成される。図1は、その各レベルが相互接続の相互接続レベル50、60、70が走る方向に平行した面に沿って示し、その各レベルの断面が見えるようにしながら、その平行な面は相互接続

レベル40が走る方向と直交している。各レベルの相互接続構造は、複数の導電性部材、すなわちランナー部分を有する。個々の二重食刻によるCu相互接続部材80は、相互接続レベル70の一部であり、本発明の第1実施例を示す。相互接続構造のこのレベル、あるいは他の食刻レベルはそれぞれ、以下に述べるような公知のステップにより形成される。

【0010】食刻あるいは二重食刻による金属間誘電体層が、前に形成された相互接続のレベル上に形成される。この誘電体層は、多層構造で、例えば窒化シリコン製のエッチストップを有し、化学機械研磨（CMP）で平面化される。Cuラインの所望の構成は、誘電体材料内でパターン化されエッチングされて、その中にトレンチ状の開口を形成する。導電性バリア材料（図1に図示せず）、例えばTa、TaN、TiNは、開口の表面に沿って堆積され、開口内に堆積されたCuのマイグレーション（移動）を阻止する。バリア層の堆積は、CVDまたはPVDで行われる。Cuの堆積は、バリア材料の上にシード層を堆積し、その後Cuを電氣的に堆積して（銅表面から）開口を充填する。二重食刻構造、例えば相互接続レベル70に対して堆積は2段階のプロセスで行われ、まず開口部分90がある誘電体堆積層の最初の開口内に形成され、ランナー部95が誘電体材料の第2の堆積の周囲に形成される。アニールによりマイクロ構造を安定化させて、第2の再結晶の影響を除去する。余分なCu材料とバリア材料が表面を平面化するために、CMPにより除去される。このシーケンスは、相互接続の最終Cu層が不動態化処理されるまで、各相互接続のレベルに対し繰り返し行われ、そしてパッケージ用および組立用に構造体が準備される。

【0011】本発明によれば、上部の相互接続のレベル70を不動態化処理するために、ワイヤボンディングを相互接続レベル70のCu相互接続部材80とパッケージ接点との間の電氣的接続を行うためのAl製ボンディングパッドを提供するような、その後のプロセスシーケンスにより行われる。次に図2-4を参照するとこれらの図は、図1に沿った面に直交する面に沿って取った集積回路構造体10の断面図である。図2は、集積回路構造体10の相互接続レベル70内に、Cu相互接続部材80のランナー部95を示している。表面層100は、ランナー部95を包囲しており、例えばTaN製のバリア材料層105が、ランナー部95の隣に示されている。

【0012】図2において多層誘電体積層構造110が最初に表面層100の上に形成され、この表面層100はCu相互接続部材80のランナー部95を覆っている。多層誘電体積層構造110は、表面層100の上に堆積された第1窒化シリコン製サプレイヤ120と、この第1窒化シリコン製サプレイヤ120の上に堆積された二酸化シリコン製サプレイヤ130と、この二酸化シリコン製サプレイヤ130の上に堆積された第2窒化シ

リコン製サプレイヤ140とを有する。第2窒化シリコン製サプレイヤ140は露出表面145を有する。この多層誘電体積層構造110はパターン化され、エッチングされて貫通孔150を形成し、ランナー部95を露出させる。多層誘電体積層構造110の材料はCVDにより堆積される。

【0013】次にバリア材料層170が貫通孔150に沿って堆積され、その後Al製接点層175がPVDにより堆積されて、貫通孔150を充填する。堆積されたバリア材料層170は、厚さが10-50nmで好ましくは20-30nmである。バリア材料層170の材料としては、他の耐火金属あるいは化合物がCuとAlの移動を阻止するのに適した材料であるが、Ta、Ta<sub>2</sub>N、MoN、TiNである。Taがバリア材料層170に対し選択された場合には、TaはAlと接触して反応して、TaAl<sub>3</sub>が形成し、これが導電性の金属結合を提供する。その下の未反応Taが、金属の移動を阻止するために必要とされる導電性バリア層を提供する。

【0014】この構造体をパターン化しエッチングして、第2窒化シリコン製サプレイヤ140の上部表面に沿ってバリア材料とAlを除去することにより、ボンダッドを形成する。パターン化により第2窒化シリコン製サプレイヤ140の上にバリア材料層170とAl製接点層175の一部を残す。その結果得られたAl製ボンダッド190を図3に示す。別の方法として、バリア材料層170のバリア材料とAlは、第2窒化シリコン製サプレイヤ140の露出表面145からCMPにより除去して、Al製ボンダッド190と第2窒化シリコン製サプレイヤ140の露出表面を同一面にするようにしてもよい。

【0015】Al製ボンダッド190が存在する状態で、窒化シリコン製パッシベーション192を堆積しパターン化しエッチングして、ボンダッドの表面195を露出させ、集積回路構造体10に対し外部にある電気接点との接続を行うために、ボンダッドワイヤ、あるいははんだバンプと金属的に接触させる。図4Aに示すようにこのような接続は、ランナー部95とパッケージ接点210との間で、従来のAu製ワイヤ220を介して行われる。Au製ワイヤ220はAl製ボンダッド190に接続される。熱圧接合、熱振動接合、超音波接合技術が適用可能である。

【0016】図4Bは図3の構造体を反転して、はんだバンプの相互接続を行う状態を示したものである（フリップチップあるいは腐食制御チップ接続と称する）。窒化シリコン製のパッシベーション層が堆積され、パターン化され、エッチングされて、金属接点用のボンダッドの表面195を露出させる。

【0017】スタック層225（例、Cu-Sn/CuCr/Cr）の順の積層体がAl製ボンダッド190の上に堆積され、その後パターン化され、エッチングさ

れる。はんだボール230がスタック層225の上に堆積され、それに対応する第2はんだボール235と接触する。第2はんだボール235は基板245の接点領域240の上に形成される。

【0018】図4Bの部分断面図は、接点領域240のほんの一部のみを含むが、基板は第2はんだボール235のアレイを含んでいる。各第2はんだボール235は、集積回路構造体10の上に形成されたはんだボール230と接触するように、接点領域240の上に配置されている。図には示されていないが、薄膜のガラス製ストップオフ構造体が、はんだが流れるのを阻止するためにスタック層225の周囲に形成される。

【0019】本発明の他の実施例によれば、Au製ワイヤをAlボンダッドに接合する構造体は二重食刻構造体の中にさらに集積される。図5-8は、図1の集積回路構造体10をもとに、二重食刻構造体内のランナーレベルとワイヤボンディングを行うための、Alボンダッドの形成を示す。図5-8は、相互接続レベル70内のCu相互接続部材80のランナー部95の部分断面図を示す。この実施例の図面は、図1が切断された面に直交する面に沿って取られたものである。図2-4の実施例で説明したように、レベル間の誘電体材料の表面層100は、ランナー部95を包囲し、バリア材料層105はランナー部95に隣接する。

【0020】まず図5において、別の二重食刻構造体がCu相互接続部材80のランナー部95の上に形成される。誘電体層255が表面層100の上に堆積され、その後第1貫通孔260が形成される。図6に示すように、例えばTa<sub>2</sub>N製のバリア材料層265が第1貫通孔260内に形成され、その後この第1貫通孔260は電気メッキされたcopperで充填され、前述したように研磨してCu製接点領域270を形成する。次に別の誘電体層275が堆積され、エッチングされて、Cu製接点領域270の上に第2の貫通孔280を形成する。図6においてその後、例えばTa<sub>2</sub>N製の導電性バリア材料層290が貫通孔280に沿って堆積されて、その後Al接点層が堆積されて、これで開口を充填する。図3の実施例で示したように、堆積したバリア層の厚さは10-50nmであり、好ましい厚さは20-30nmである。Cu製接点領域270用のバリア材料は、Ta、Ta<sub>2</sub>N、MoN、TiNであるが、他の耐火金属および化合物もそれに用いることができる。

【0021】露出した表面はその後CMPで研磨され、Al製接点層とバリア材料の一部を誘電体層275の上部表面に沿って除去する。かくしてAl製ボンダッド300が、貫通孔280内に形成される。その結果得られた構造体を図7に示す。次に図8において、Cu製接点領域270とパッケージ接点310との間の接続が、Al製ワイヤ320をAl製ボンダッド300に熱圧接ボンディングすることにより行われる。Al製ワイヤ

320はまた、パッケージ接点310にも接続される。

【0022】本発明の第2実施例を図9-11に示す。回路構造体400は、その上に第1窒化シリコンバリア層420を具備するCu製金属化レベル410の上に形成された二重食刻構造405と、第1窒化シリコンバリア層420の上に堆積された二酸化シリコン層430と、二酸化シリコン層430の上に形成された第2窒化シリコンバリア層440とを有する。次に別の二酸化シリコン層470が第2窒化シリコンバリア層440の上に堆積され、その後選択的に第3窒化シリコンバリア層480が堆積される。これらの材料は、単なる一実施例である。

【0023】フォトレジストが第3窒化シリコンバリア層480の上に堆積され、パターン化されて、貫通孔490をエッチングする。貫通孔490は第3窒化シリコンバリア層480から二酸化シリコン層470、第2窒化シリコンバリア層440、二酸化シリコン層430を介して第1窒化シリコンバリア層420にのびる。フォトレジストを除去して、別のレベルのフォトレジストを第3窒化シリコンバリア層480の上に塗布して、トレンチ領域500をパターン化する。このトレンチ領域500は、第3窒化シリコンバリア層480から二酸化シリコン層470を介してエッチングされる。トレンチ領域500が貫通孔490の上に形成され、これは貫通孔490と対称して整合している。貫通孔490内の第1窒化シリコンバリア層420の一部と、トレンチ領域500内の第3窒化シリコンバリア層480の一部がエッチングで除去される。その結果得られた構造体を図9に示す。前記のステップは本発明の一実施例である。

【0024】例えばTa、あるいはTa<sub>2</sub>Nのような導電性バリア材料層510が、貫通孔490とトレンチ領域500に沿って堆積される。Cu製シード層520が貫通孔490内とトレンチ領域500内に堆積され、その後Cuを電氣的に堆積することにより、貫通孔490の一部あるいはすべてを充填してCu製接点530を形成する。例えばTa<sub>2</sub>Nのような第2導電性バリア材料層540をトレンチ領域500の中に、そしてCu製接点530の上に堆積する。Al層560がバリア金属の上に堆積され、リフローされる。図10においてその後、Al層560の一部とトレンチ領域500の周囲の他の金属層がCMPにより除去され、露出表面580を有するAl製ボンダッド570を形成する。この時点で第3窒化シリコンバリア層480が露出する。別の窒化シリコン層600が回路構造体400の上に堆積され、パターン化され、エッチングされて、Al製ボンダッド570の露出表面580を露出させ、ワイヤボンダ、あるいははんだボンダと金属的に接合する。図11は、Cu製接点530からAl製ボンダッド570を介してパッケージ接点620に熱圧接によるAl製ボンダッド570へのAu製ワイヤ630を介しての接続を示す。

ここに示されたAl製ボンダッド570は、貫通孔490(図9)内にのびるが、必ずしもその必要はない。Cu製接点530と第2導電性バリア材料層540は、貫通孔全体を充填するかあるいはトレンチ領域500内にのびてもよい。これらの材料は本発明の単なる一実施例である。

【0025】窒化シリコン、あるいは二酸化シリコンのような誘電体材料は、それらの単独、あるいはそれらを組み合わせた形で、集積回路の層内あるいはその一部に個々に適用できる。本明細書で使用されたバリア材料等は、金属CuまたはAlが集積回路構造体の他の部分に移動するのを阻止するように、CuまたはAlと共に使用される材料である。バリア材料は、導電性あるいは絶縁性のいずれかであるが、適宜の導電性バリア材料はこれに限定されるわけではないが、Ta、Ta<sub>2</sub>N、TiN、MoNである。

【0026】本明細書は食刻構造の実施例を例に説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。本明細書で示したCuは、相互接続構造の主要成分であるが、他の相互接続材料も使用しうる。例えばAl、あるいは元素金属、元素合金、導電性化合物等も使用できる。本明細書は、シリコン製構造体を例に説明したが、本発明は例えば、Si-Ge、GaAs、InGaAsのような化合物、半導体材料にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用するのに適した部分的に形成された食刻集積回路構造体の断面図。

【図2】本発明により製造された第1段階における集積回路構造体の断面図。

【図3】本発明により製造された第2段階における集積回路構造体の断面図。

【図4】本発明により製造された第3段階における集積回路構造体の断面図。

【図5】本発明を二重食刻構造体に適用した、第1ステップにおける部分断面図。

【図6】本発明を二重食刻構造体に適用した、第2ステップにおける部分断面図。

【図7】本発明を二重食刻構造体に適用した、第3ステップにおける部分断面図。

【図8】本発明を二重食刻構造体に適用した、第4ステップにおける部分断面図。

【図9】本発明を二重食刻構造に適用した、他の実施例の第1ステップにおける部分断面図。

【図10】本発明を二重食刻構造に適用した、他の実施例の第2ステップにおける部分断面図。

【図11】本発明を二重食刻構造に適用した、他の実施例の第3ステップにおける部分断面図。

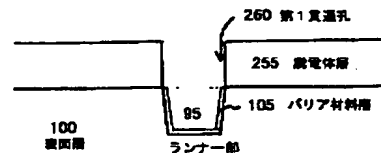
【符号の説明】

10 集積回路構造体

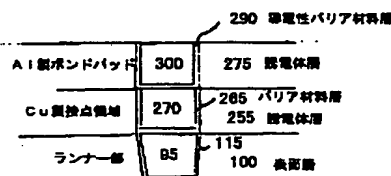
40、50、60、70 相互接続レベル

- |    |     |              |
|----|-----|--------------|
|    | 270 | Cu製接点領域      |
|    | 275 | 誘電体層         |
|    | 280 | 貫通孔          |
|    | 290 | 導電性バリア材料層    |
|    | 300 | Al製ボンドパッド    |
|    | 310 | パッケージ接点      |
|    | 320 | Al製ワイヤ       |
|    | 400 | 回路構造体        |
|    | 405 | 二重食刻構造       |
| 10 | 410 | Cu製金属化レベル    |
|    | 420 | 第1窒化シリコンバリア層 |
|    | 430 | 二酸化シリコン層     |
|    | 440 | 第2窒化シリコンバリア層 |
|    | 470 | 二酸化シリコン層     |
|    | 480 | 第3窒化シリコンバリア層 |
|    | 490 | 貫通孔          |
|    | 500 | トレンチ領域       |
|    | 510 | 導電性バリア材料層    |
|    | 520 | Cu製シード層      |
| 20 | 530 | Cu製接点        |
|    | 540 | 第2導電性バリア材料層  |
|    | 560 | Al層          |
|    | 570 | Al製ボンドパッド    |
|    | 580 | 露出表面         |
|    | 600 | 窒化シリコン層      |
|    | 620 | パッケージ接点      |
|    | 630 | Au製ワイヤ       |

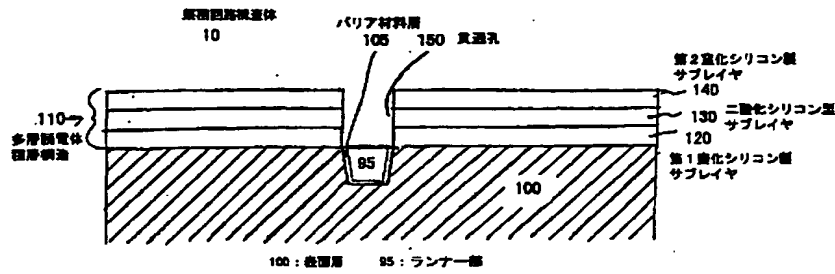
【図5】



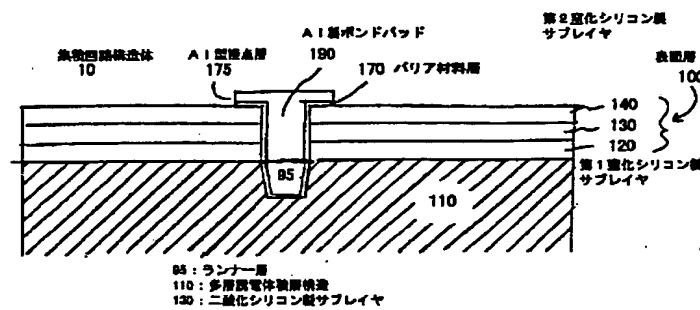
【图 8】



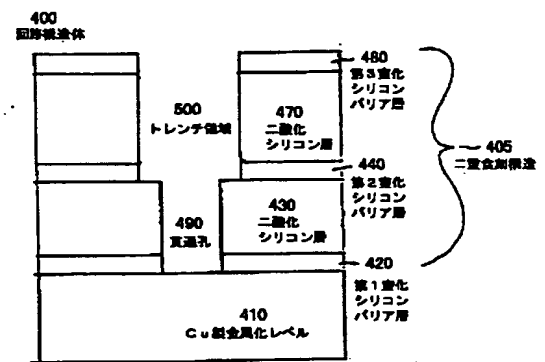
【図2】



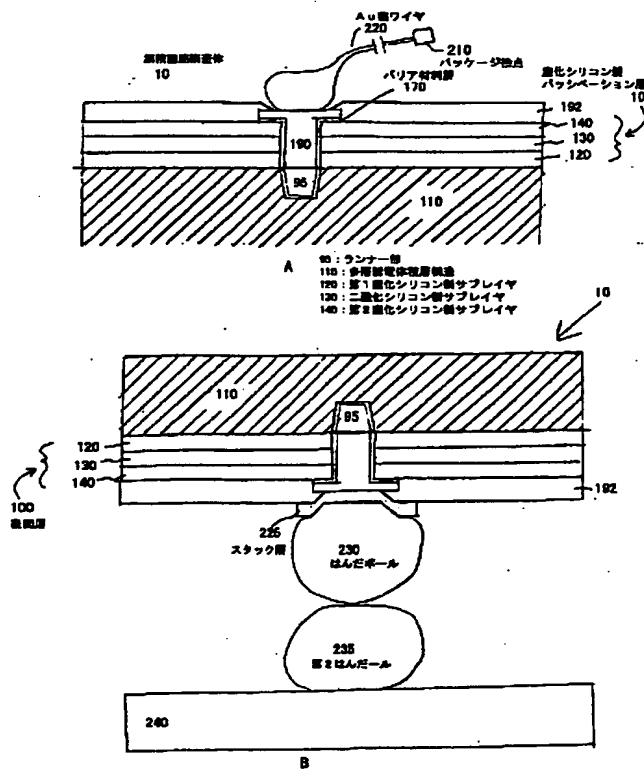
【図3】



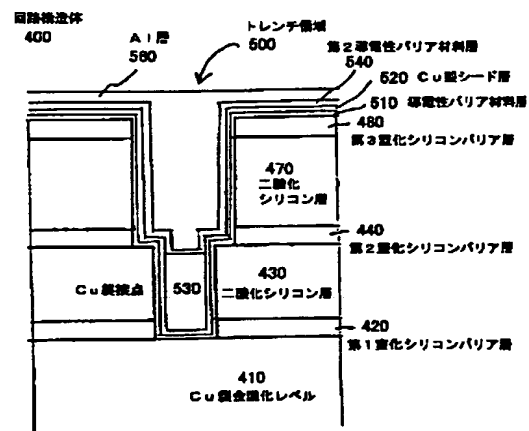
【図9】



【図4】

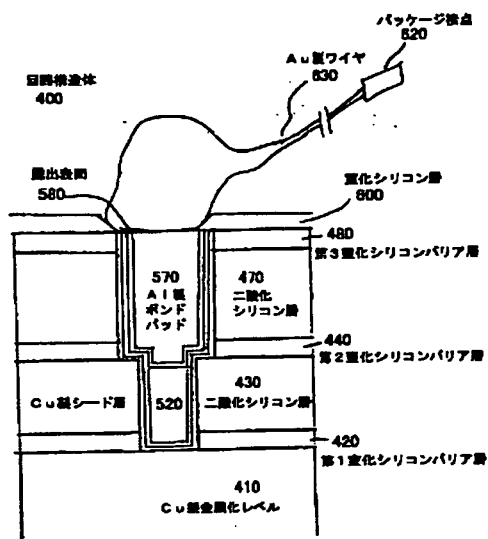


【図10】





【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 サイレシ チッティベッディ  
アメリカ合衆国、18104 ペンシルベニア  
、アレントアウン、レネーブ トレイル 30  
8

(72)発明者 サイレシ マンシン マーチャント  
アメリカ合衆国、32835 フロリダ、オー  
ランド、バインランド オーク ブルバー  
ド 8214

(72)発明者 ブラディップ クマー ロイ  
アメリカ合衆国、32819 フロリダ、オー  
ランド、ヒドウン アイビー コート 77  
06